

ریزرخساره‌ها و محیط‌های رسوبی نهشته‌های مایستریشتین در برش چینه‌شناسی جربت، غرب کپه داغ

یداله عظام پناه^{۱*}، عباس صادقی^۲، محمدحسین آدابی^۲ و امیرمحمد جمالی^۳

۱. دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

۲. استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

۳. دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۴

چکیده

جهت تعیین ریزرخساره‌ها و محیط‌های رسوبی نهشته‌های مایستریشتین در بخش غربی حوضه کپه داغ، یک برش چینه‌شناسی در فاصله ۹/۵ کیلومتری شمال-شمال غرب جربت انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. در این برش نهشته‌های مایستریشتین شامل سازندهای کلات (به ضخامت ۲۸۲ متر) و چخماقلو (به ضخامت ۷۷ متر) است. سازند کلات از سنگ‌آهک‌های زیست‌آوری و سازند چخماقلو از شیل، مارن، سنگ‌آهک و آهک‌رسی تشکیل شده است. براساس شواهد صحرایی و همچنین مطالعات فسیل‌شناسی، مرز زیرین سازند کلات در برش مزبور با سازند آبدراز به صورت ناپیوستگی فرسایشی می‌باشد. مرز زیرین سازند چخماقلو با سازند کلات از نوع هم‌شیب و تدریجی و مرز بالایی آن با نهشته‌های پالتوسن سازند پسته لبق به صورت ناپیوستگی از نوع پیوسته نما است. مطالعات پتروگرافی نهشته‌های مایستریشتین موجب شناسایی ۱۶ ریزرخساره شد. این ریزرخساره‌ها در پنج کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، لاگون، پشته‌های ماسه‌ای، ریف و جلوی ریف در یک پلانفرم کربناته نهشته شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: ریزرخساره‌ها، محیط‌های رسوبی، مایستریشتین، سازند کلات، سازند چخماقلو، کپه داغ غربی.

مقدمه

ابرقاره اوراسیا و گندوانا، از ویژگی‌های مهم این ناحیه به شمار می‌آید. حوضه کپه‌داغ پس از کوهزایی سیمین پیشین و بسته‌شدن پالتوتیس در شمال شرقی ایران تشکیل شده است (Berberian and King, 1981; Ruttner, 1993). به عقیده هولینگ ورت و همکاران (Hollingsworth et al., 2006) حوضه کپه‌داغ از لحاظ ساختاری به سه بخش

پهنه رسوبی-ساختاری کپه‌داغ در شمال شرق ایران واقع شده است. این پهنه بخش‌هایی از ترکمنستان و شمال افغانستان را نیز در برمی‌گیرد (شکل ۱). اکتشاف میدان‌های گازی در هر سه کشور واقع در این حوضه و موقعیت و جایگاه زمین‌ساختی آن در فصل مشترک دو

* نویسنده مرتبط: ezampanah@gmail.com

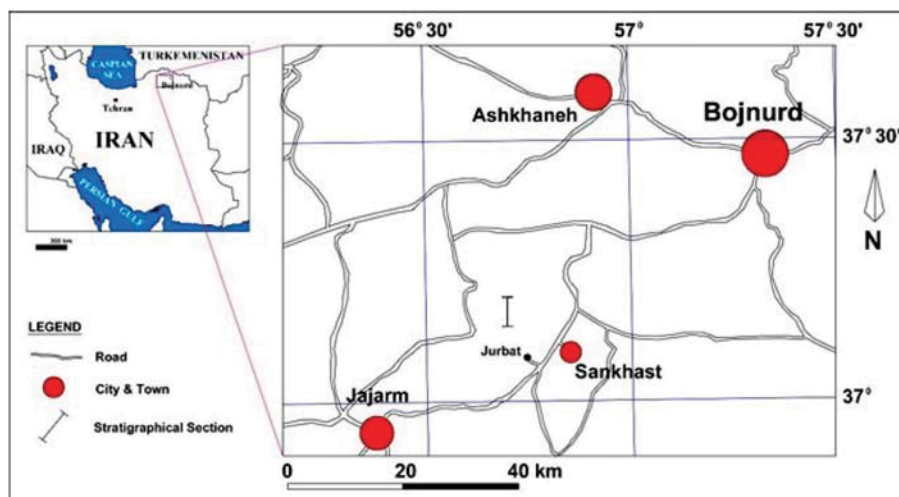
یداله عظام پناه و همکاران

مورد مطالعه پس از رسوب‌گذاری سازند شوربچه و بعد از یک وقفه رسوبی بلند مدت، دریا پیشروی کرده و نهشته‌های سازند آبدراز نهشته شده است. سازند آبدراز در این ناحیه از سنگ‌آهک‌های سفید تا خاکستری روشن تشکیل شده است. بعد از رسوب‌گذاری این سازند دریا پسروی کرده و مانند بیشتر بخش‌های کپه داغ غربی سازندهای آبتلخ و نیزار را در این ناحیه رسوب‌گذاری نکرده است. پس از رسوب‌گذاری سنگ‌آهک‌های مربوط به نواحی ژرف سازند آبدراز، دریا عقب‌نشینی کرده و مجدداً و پس از یک وقفه رسوبی، دریای کم‌عمقی منطقه را پوشانده و سنگ‌آهک‌های زیست‌آواری و سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای سازند کلات نهشته می‌شوند. این سازند برخلاف دیگر رسوبات کرتاسه، در نواحی جنوبی کپه‌داغ گسترش و ستبرای بیشتری دارد. سازند کلات در برش الگو در تنگ نیزار از پنج بخش تشکیل شده و ضخامت آن ۲۷۷ متر است و از سنگ‌آهک‌های زیست‌آواری، سنگ‌آهک ماسه‌ای و شیل، همراه با مقدار کمی ماسه‌سنگ تشکیل شده است (افشارحرب، ۱۳۷۳).

لایه‌بندی، تشخیص شرایط حاکم بر محیط رسوبی صورت گرفت. در این روش پس از نام‌گذاری سنگ‌ها بر پایه ویژگی‌هایی مانند بافت و فابریک رسوبی، توالی رسوبی به تعدادی رخساره که در زمان رسوب‌گذاری در کنار یکدیگر نهشته شده‌اند، دسته‌بندی می‌شوند، سپس تغییرات عمودی آنها در ستون رخساره‌ای و تغییرات جانبی آنها در مدل رسوبی نمایش داده می‌شود.

چینه‌شناسی نهشته‌های مورد مطالعه

در زمان کرتاسه پیشین ستبرای رسوبات در کپه‌داغ غربی بیشتر از کپه‌داغ شرقی بوده است، اما ستبرای رسوبات کرتاسه بالایی در کپه‌داغ شرقی بیشتر است (افشارحرب، ۱۳۷۳)، به طوری که سازند نیزار در کپه‌داغ غربی گسترش ندارد و سازند آبتلخ نیز دارای گسترش بسیار محدودی است. همچنین در نواحی جنوبی کپه‌داغ غربی نبوده‌های رسوبی طولانی مدت مشاهده می‌شود. در این نواحی سازند آبدراز به صورت ناپیوستگی فرسایشی بر روی سازندهای شوربچه/زرد، تیرگان و گاه سرچشمه قرار می‌گیرد. در ناحیه



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی برش چینه‌شناسی جربت در کپه داغ غربی

ضخیم تا بسیار ضخیم لایه نخودی، خاکستری رنگ و گاه صورتی می‌باشد. سازند کلات در بخش‌های بالایی حاوی لایه‌های سنگ‌آهکی نخودی رنگ پرفسیل از جمله دوکفه‌ای و کرینوئید است (شکل ۷). سازند کلات در بخش غرب کپه داغ بر روی دامنه شمالی

سازند کلات در برش مورد مطالعه ۲۸۲ متر ضخامت دارد و مرز زیرین آن با سازند آبدراز ناپیوسته است و مرز بالایی آن با سازند چخماقلو پیوسته و تدریجی می‌باشد (شکل ۳). لیتولوژی غالب این سازند شامل تناوبی از سنگ‌آهک‌های زیست‌آواری و سنگ‌آهک‌های رودیست‌دار

هم‌ارز سازند غیررسمی نفته در شرق کپه داغ می‌باشد. سازند غیررسمی نفته که در شرق کپه‌داغ و در ناودیس کلات واقع شده با ستبرایی در حدود ۶۰ متر از شیل‌های خاکستری رنگ با تعداد کمی میان لایه از سنگ‌آهک ماسه‌ای تشکیل شده است (Bozorgnia and Narani, 1965). این سازند با سن مایستریشتین گسترش بسیار محدودی در حوضه کپه‌داغ دارد.

سازند چخماقلو در این برش از پایین به بالا از هشت متر مارن خاکستری رنگ، ۳۲ متر تناوب سنگ‌آهک‌های نازک تا متوسط لایه و مارن، ۲۰ متر سنگ‌آهک متوسط تا ضخیم لایه و در نهایت ۱۷ متر سنگ‌آهک رسی تشکیل شده است. در اغلب نقاط حوضه کپه‌داغ در اواخر کرتاسه پسین- ابتدای پالئوسن، در اثر فاز تکتونیکی لارامید، دریا پسروی کرده و نهشته‌های قاره‌ای سازند پسته‌لیق شامل شیل قهوه‌ای مایل به قرمز، رس سنگ، ماسه‌سنگ و کنگلومرا نهشته شده است (افشار حرب، ۱۳۷۳).

بلوک تکل کوه از ۳۰ متر سنگ‌آهک بایوکلاستی و سنگ‌آهک ماسه‌ای بایوکلاستی نخودی رنگ که در بخش‌های راسی به ماسه‌سنگ آهکی سفید مایل به زرد تغییر رخساره می‌دهد، تشکیل شده است. در برش آرموتلی سازند کلات ۱۵۰ متر ستبرا دارد و به‌طور عمده دارای لیتولوژی سنگ‌آهک و سنگ‌آهک دولومیتی می‌باشد. بر روی بلوک آیتامیر که در شمال بلوک تکل کوه قرار دارد، سازند کلات ۱۶ متر ضخامت دارد و شامل تناوبی از سنگ‌آهک خاکستری روشن متوسط تا ضخیم لایه و سنگ‌آهک سیلنتی خاکستری رنگ حاوی فسیل‌های خارپوست فراوان می‌باشد (افشار حرب، ۱۳۷۳). در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سنخواست که توسط سهیلی و سهندی (Soheili and Sahandi, 1999) تهیه شده است، در بالای سازند کلات یک واحد غیررسمی سنگ چینه‌ای به نام سازند چخماقلو معرفی شده است. این سازند در ناودیس چخماقلو به‌صورت هم‌شیب بر روی نهشته‌های سازند کلات قرار دارد و از مارن با میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک سفید تا خاکستری رنگ تشکیل شده است. به عقیده آنها این سازند،



شکل ۳. توالی سازندهای آبدراز، کلات، چخماقلو و نهشته‌های معادل پسته‌لیق در برش چینه‌شناسی شمال جربت، نگاه به سمت شرق

A1- مادستون آهکی (Lime Mudstone)

این رخساره کربناته فاقد و یا دارای مقادیر اندکی (کمتر از دو درصد) آلومک اسکلتی شامل استراکد و قطعات حمل شده دوکفه‌ای‌ها است (شکل ۴- الف). در برخی از مقاطع بیش از ۱۰ درصد دانه‌های کوارتز در اندازه سیلت دیده می‌شود که نام رخساره را به مادستون سیلنتی تغییر می‌دهد. ویژگی بافتی، فابریک گل پشٹیبان به همراه نبود آلومک و همچنین جایگاه چینه‌شناسی و توالی این رخساره با پتروفاسیس رس سنگ قهوه‌ای رنگ پهنه جزر مدی نشان‌دهنده تهنشست آن در پهنه جزر و مدی با چرخش محدود آب و فقدان شرایط مناسب برای زیست موجودات بوده است

رخساره‌ها و محیط‌های رسوبی

بررسی میکروسکوپی نهشته‌های مایستریشتین (سازندهای کلات و چخماقلو) در برش چینه‌شناسی جربت نشان می‌دهد که این رسوبات در پنج کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی (A)، لاگون (B)، پشته‌های ماسه‌ای (C)، ریف (D) و جلوی ریف (E) به شرح زیر رسوب‌گذاری کرده است.

کمربند رخساره‌ای A (پهنه جزر و مدی):

این کمربند رخساره‌ای دربرگیرنده رخساره A1 و پتروفاسیس A2 به شرح زیر است:

یداله عظام پناه و همکاران

مشاهده شده است.

B2- میلیولید پکستون (Miliolid Packstone)

آلوکم اصلی در این رخساره میلیولیدها هستند که با فراوانی بالا در یک زمینه میکریستی به صورت متصل دیده می‌شوند. اجزای دیگر شامل فرامینفرهای بنتیک با پوسته پورسولانوز و آگلوتینای دانه‌درشت، گاستروپود و قطعات دوکفه‌ای است (شکل ۴-ت). از آلوکم‌های غیر اسکلتی، از قطعات اینتراکلت با فراوانی پنج تا ده درصد می‌توان نام برد. میلیولیدها که در محیط‌های کم‌عمق با شوری متوسط تا زیاد قادر به زندگی هستند با فراوانی زیاد در این رخساره حضور دارند و نشانگر محیط‌های با شوری بالا و بوتروفیک می‌باشند (Geel, 2000; Zamagni et al., 2008). نوع آلوکم‌ها به‌ویژه فراوانی فرامینفرهای با پوسته پورسولانوز موجود در این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط تالاب است (Tucker and Wright, 1990; Geel, 2000). این رخساره در سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه کرم روشن بخش‌های بالایی سازند کلات و همچنین در سنگ‌آهک‌های رسی نازک لایه خاکستری روشن سازند چخماقلو شناسایی شده است.

B3- میلیولید وکستون (Miliolid Wackestone)

فراوان‌ترین آلوکم در این رخساره میلیولید می‌باشد که در زمینه میکریستی به صورت پراکنده و شناور قرار گرفته است. فرامینفرهای بنتیک با پوسته پورسولانوز و گاه آگلوتینای دانه‌درشت به همراه مقدار اندکی استراکد، جلبک سبز و قطعات دوکفه‌ای از دیگر اجزای این ریزرخساره می‌باشند (شکل ۴-ث). در برخی از مقاطع مقدار کوارتز نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار در اندازه ماسه ریز تا متوسط دانه بیشتر از ۱۰ درصد می‌شود و نام رخساره به میلیولید وکستون ماسه‌ای تبدیل می‌شود. مهمترین فرایند دیاژنتیکی در این رخساره نفومورفیسیم است که باعث تبدیل زمینه میکریستی به میکرواسپار در برخی از بخش‌ها شده است. نوع آلوکم‌های تشکیل‌دهنده و فابریک گل پش‌تیبان این رخساره نشان‌گر ته‌نشست آن در محیط آرام و کم انرژی تالاب است (Tucker and Wright, 1990). این رخساره اغلب در

(Adabi and Asadi, 2008; Adabi et al., 2010; Wilmsen et al., 2010). این رخساره در سنگ‌آهک‌های متوسط لایه کرم رنگ سازند چخماقلو و همچنین در سنگ‌آهک‌های متوسط لایه کرم رنگ راس سازند کلات شناسایی شده است.

A2- پتروفاسیس رس سنگ (Claystone)

این پتروفاسیس از ذرات تخریبی بسیار ریزدانه در اندازه رس تشکیل شده است (شکل ۴-ب). در برخی نمونه‌ها، کوارتزهای زاویه‌دار تا نیمه‌زاویه‌دار در اندازه سیلت مشاهده می‌شود که نام سنگ را به رس سنگ سیلت‌دار تبدیل می‌کند. بافت تخریبی ریزدانه نشان‌دهنده رسوب‌گذاری این رخساره در محیط پهنه جزر و مدی است (Reading, 1996; Tucker, 2001). این رخساره در رس سنگ‌ها و شیل‌های رسی کرم رنگ سازند چخماقلو مشاهده شده است.

کمریند رخساره‌ای B (لاگون)

این کمریند رخساره‌ای دارای چهار رخساره B1 تا B4 به شرح زیر است:

B1- میلیولید پلوئید پکستون (Miliolid Peloid Packstone)

در این رخساره پلوئیدها که احتمالاً از میکریستی شدن جلبک‌های قرمز خرد شده ایجاد شده‌اند، فراوان‌ترین آلوکم محسوب می‌شوند. فرامینفرهای بنتیک با پوسته پورسولانوز به‌ویژه میلیولید نیز در این رخساره به‌وفور مشاهده می‌شوند. این آلوکم‌ها به‌طور متصل در زمینه میکریستی قرار گرفته‌اند (شکل ۴-پ). همچنین در این ریزرخساره قطعات خرد شده رودیستی به همراه مقدار ناچیزی دوکفه‌ای، جلبک سبز و گاستروپود وجود دارند. بیشتر اجزای اسکلتی دارای یک قشر نازک میکریستی شده (کورتوئید) می‌باشند. فراوانی میلیولید و پلوئید و فابریک گل پش‌تیبان این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط با شوری بالا و کم انرژی تالاب است (Tucker and Wright, 1990; Geel, 2000; Tomasovych, 2004; Adabi et al., 2015). این رخساره در سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه کرم رنگ راس سازند کلات و بخش میانی سازند چخماقلو

C2- بایوکلاست‌گرینستون دولومیتی شده (Dolomitized Bioclast Grainstone)

بایوکلاست‌ها که آلوکم اصلی این رخساره محسوب می‌شوند، شامل قطعات رودیست، اکینودرم، جلبک قرمز (شکل ۵-ب)، دوکفه‌ای، بریوزوئر و فرامینیفرهای با پوسته هیالین به‌ویژه سیدرولیتس هستند. ۲ تا ۵ درصد پلوئید که احتمالاً از میکریتی شدن جلبک‌ها حاصل شده‌اند، نیز در این رخساره مشاهده می‌شود. این آلوکم‌ها به‌صورت متصل در زمینه‌ای اسپارایتی قرار دارند. در برخی از مقاطع مقدار کرینوئید زیاد شده و نام رخساره به کرینوئید بایوکلاست گرینستون دولومیتی شده تبدیل می‌شود. افزون بر این مقدار ۲ تا ۵ درصد کوآرتز نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار ریز تا متوسط دانه نیز مشاهده می‌شود. در این رخساره آلوکم‌ها به‌صورت نیمه گرد شده دیده می‌شوند. فرایند دولومیتی شدن در مقاطع مطالعه شده از کم تا زیاد در این رخساره در تغییر است. آلوکم‌های موجود در این رخساره که بیشتر از بایوکلاست‌های گرد شده حاصل از تخریب ریف تشکیل شده‌اند به همراه ویژگی بافتی دانه پشتیبان آن حاکی از ته‌نشست در محل پشته‌های ماسه‌ای با انرژی بالا است (Flügel, 2010). این رخساره در سنگ‌آهک‌های ضخیم تا بسیار ضخیم لایه‌صورتی رنگ بخش پایینی سازند کلات شناسایی شده است.

C3- رودیست بایوکلاست گرینستون (Rudist Bioclast Grainstone)

آلوکم اصلی تشکیل‌دهنده این رخساره بایوکلاست به‌ویژه خرده‌های ریز رودیست می‌باشد (شکل ۵-پ). بایوکلاست‌های فرعی این رخساره شامل فرامینیفرهای بنتیک با پوسته هیالین (سیدرولیتس)، بریوزوئر، اینوسراموس، کرینوئید و جلبک قرمز هستند که به‌صورت متصل در سیمان اسپارایتی قرار گرفته‌اند. در این رخساره مقدار کمی اینتراکلسست، پلوئید و کوآرتز ریزدانه نیمه گرد شده مشاهده می‌شود. بیشتر قطعات در این رخساره خردشده و گرد شده می‌باشند و گرد شدگی اجزا نشان از حمل توسط امواج با انرژی نسبتاً بالا است. همچنین در برخی از مقاطع مقادیر جلبک قرمز به حدی زیاد می‌شود

سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه‌خاکستری روشن تا سفید رنگ راس سازند کلات و به مقدار خیلی کمتر در لایه‌های آهکی رسی نازک لایه‌خاکستری روشن سازند چخماقلو مشاهده شده است.

B4- بایوکلاست وکستون (Bioclast Wackestone)

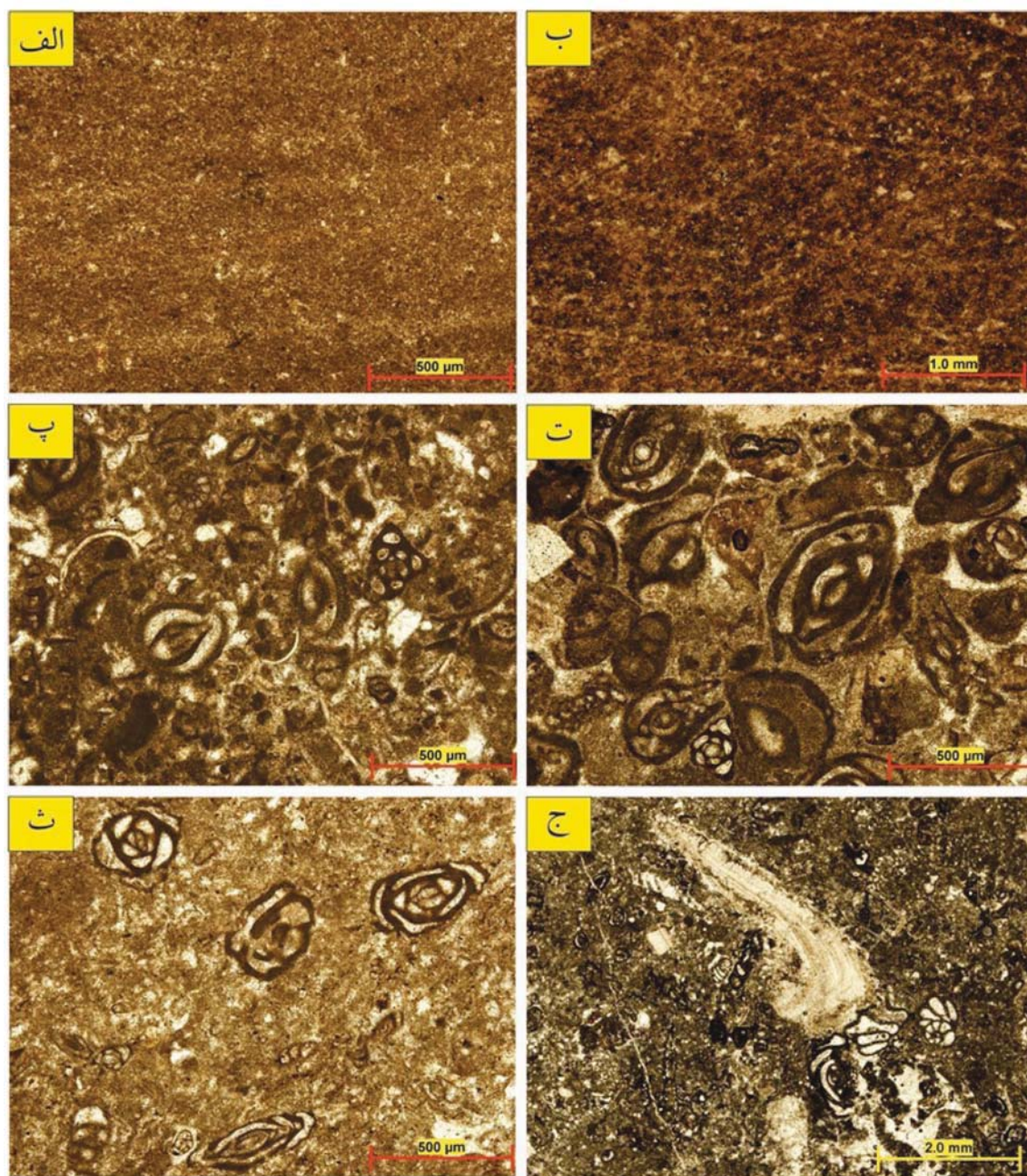
فراوان‌ترین آلوکم موجود در این رخساره بایوکلاست‌ها هستند که به ترتیب فراوانی شامل قطعات دوکفه‌ای، میلیولیدها، استراکد و به میزان کمتر خرده‌های رودیست حمل شده هستند (شکل ۴-ج). علاوه بر فرامینیفرهای بنتیک با پوسته پورسولانوز، درصد کمی فرامینیفرهای با پوسته آگلوتینه دانه‌درشت نیز وجود دارد. بافت و به‌ویژه نوع آلوکم‌های موجود در این رخساره نشان‌دهنده رسوب‌گذاری آن در محیط تالاب است (Tucker and Wright, 1990). این رخساره در سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه کرم رنگ هر دو سازند (بخش راس سازند کلات و بخش میانی سازند چخماقلو) شناسایی شده است.

کمربند رخساره‌ای C (پشته‌های ماسه‌ای)

این کمربند رخساره‌ای دارای چهار رخساره C1 تا C4 به شرح زیر است:

C1- بایوکلاست ائید گرینستون (Bioclast Ooid Grainstone)

آلوکم‌های اصلی تشکیل‌دهنده این رخساره به ترتیب ائید و بایوکلاست می‌باشد که به‌طور متصل در سیمانی اسپارایتی قرار گرفته‌اند (شکل ۵-الف). دانه‌های ائید از نوع سطحی بوده و هسته آنها از جنس کوآرتز و یا بایوکلاست‌های خرد شده می‌باشد. از آلوکم‌های اسکلتی می‌توان از قطعات دوکفه‌ای، گاستروپود، میلیولید و مقدار اندکی استراکد نام برد. در این رخساره قطعات اینتراکلسست به مقدار کم نیز دیده می‌شود. آلوکم‌های موجود در این رخساره به همراه ویژگی بافتی دانه پشتیبان آن بیانگر محیط رسوبی محل پشته‌های ماسه‌ای با انرژی بالا است (Flügel, 2010). این رخساره در مقایسه با دیگر رخساره‌های این کمربند از فراوانی بسیار کمی برخوردار بوده و تنها در سنگ‌آهک‌های متوسط لایه‌خاکستری رنگ بخش پایین سازند چخماقلو مشاهده شده است.



شکل ۴. ریزخساره‌های شناسایی شده در کمربندهای په‌نه جزر و مدی و لاگون (الف) مادستون آهکی، (ب) رس سنگ، (پ) میلیولید پلوئید (پکستون، ت) میلیولید پکستون، (ث) میلیولید وکستون و (ج) بایوکلاست وکستون

رخساره که از فراوانی متوسط تا بالایی برخوردار می‌باشد، تنها در سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه صورتی تا کرم روشن در بخش‌های میانی سازند کلات مشاهده شده است.

C4- بریوزوئر جلبک قرمز رودیست گرینستون (Bryozoa Red algal Rudist Grainstone)

در این رخساره آلوکم‌های اصلی به ترتیب فراوانی شامل

که می‌توان رخساره را جلبک قرمز رودیست بایوکلاست گرینستون (Red Algal Rudist Bioclast Grainstone) نامید. فابریک دانه پشتیبان، نبود گل آهکی، جورشدگی و گرد شدگی بایوکلاست‌های حاصل از تخریب ریف در این رخساره نشانگر محیط رسوبی پیشته‌های ماسه‌ای با انرژی بالا است (Wilson, 1975; Flügel, 2010). این

از دو میلی‌متر به صورت فشرده در یک سیمان اسپاریتی قرار گرفته‌اند (شکل ۵-چ و ح). قطعات جلبک قرمز، بریوزوئر و کرینوئید نیز به مقدار کم در این رخساره مشاهده می‌شوند. گاه این قطعات دولومیتی شده‌اند. در برخی مقاطع مقدار بسیار کمی ماتریکس میکریتی نیز در زمینه مشاهده می‌شود. تجمع قطعات بزرگ صدف رودیست‌ها و به میزان کم‌تر دیگر موجودات ریف ساز به همراه ویژگی‌های بافتی و دانه پش‌تیبان این رخساره حاکی از تن‌نشست آن در محیط پهنه ریف با انرژی نسبتاً بالا است (Burchette, 1993; Flügel, 2010; Ghabeishavi et al., 2010). این رخساره از فراوانی نسبتاً بالایی برخوردار است و در سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه‌ی صورتی رنگ بخش میانی سازند کلات شناسایی شده است.

کمربند رخساره‌ای E (جلوی ریف)

این کمربند رخساره‌ای دارای ۴ رخساره E1 تا E4 به شرح زیر است:

E1- جلبک قرمز رودیست بایوکلاست رودستون (Red algal - Rudist Bioclast Rudstone)

در این رخساره اجزا بایوکلاستی به‌ویژه قطعات درشت رودیست و همچنین جلبک‌های قرمز فراوان‌ترین آلوکم را تشکیل می‌دهند (شکل ۶- الف و ب). از دیگر قطعات بایوکلاستی می‌توان از دوکفه‌ای‌ها با فراوانی نسبتاً بالا، بریوزوئر، جلبک‌های میکریتی شده، کرینوئید، اینوسراموس، براکیوپود، فرامینیفر بنتیک و استراکد نام برد که به‌طور متصل در زمینه میکریتی قرار دارند و در پاره‌ای از موارد دولومیتی شده‌اند. از آلوکم‌های غیر اسکلتی پلوئید به میزان پنج تا ۱۰ درصد وجود دارد. دانه‌های کوارتز ریز تا متوسط دانه نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار نیز وجود دارد. ویژگی‌های بافتی و نوع آلوکم‌های موجود در این رخساره نشانگر تن‌نشست آن در محیط جلوی ریف می‌باشد (Flügel, 2010). این رخساره فراوان‌ترین رخساره شناسایی شده در سازند کلات می‌باشد و در سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه‌ی کرم روشن تا صورتی بخش‌های میانی و بالایی این سازند مشاهده شده است.

رودیست، جلبک قرمز و بریوزوئر می‌باشد که به‌طور متصل در سیمانی اسپاریتی قرار گرفته‌اند (شکل ۵- ت). عناصر اسکلتی فرعی شامل قطعات خرد شده کرینوئید، قطعات دوکفه‌ای، فرامینیفرهای بنتیک با پوسته هیالین (همانند Rotalid and Gavelinopsis) می‌باشد. دانه‌های کوارتز متوسط دانه در حد ۲ تا ۵ درصد به صورت نیمه گرد شده به همراه مقادیری اینتراکلاست در این رخساره وجود دارند. نوع آلوکم‌های موجود در این رخساره به‌ویژه فراوانی اسکلت موجودات ریف ساز مانند رودیست، جلبک قرمز، بریوزوئر و کرینوئید به همراه ویژگی بافتی دانه پش‌تیبان آن حاکی از محیط رسوبی پشته‌های ماسه‌ای با انرژی بالا است (Flügel, 2010). این رخساره از فراوانی متوسطی برخوردار است و در داخل سنگ‌آهک‌های ضخیم تا بسیار ضخیم لایه‌ی به رنگ کرم روشن تا صورتی در بخش‌های پایین و راس سازند کلات شناسایی شده است.

کمربند رخساره‌ای D (ریف)

کمربند رخساره‌ای ریف شامل پهنه ریف و جبهه ریف دارای ۲ رخساره D1 و D2 به شرح زیر است:

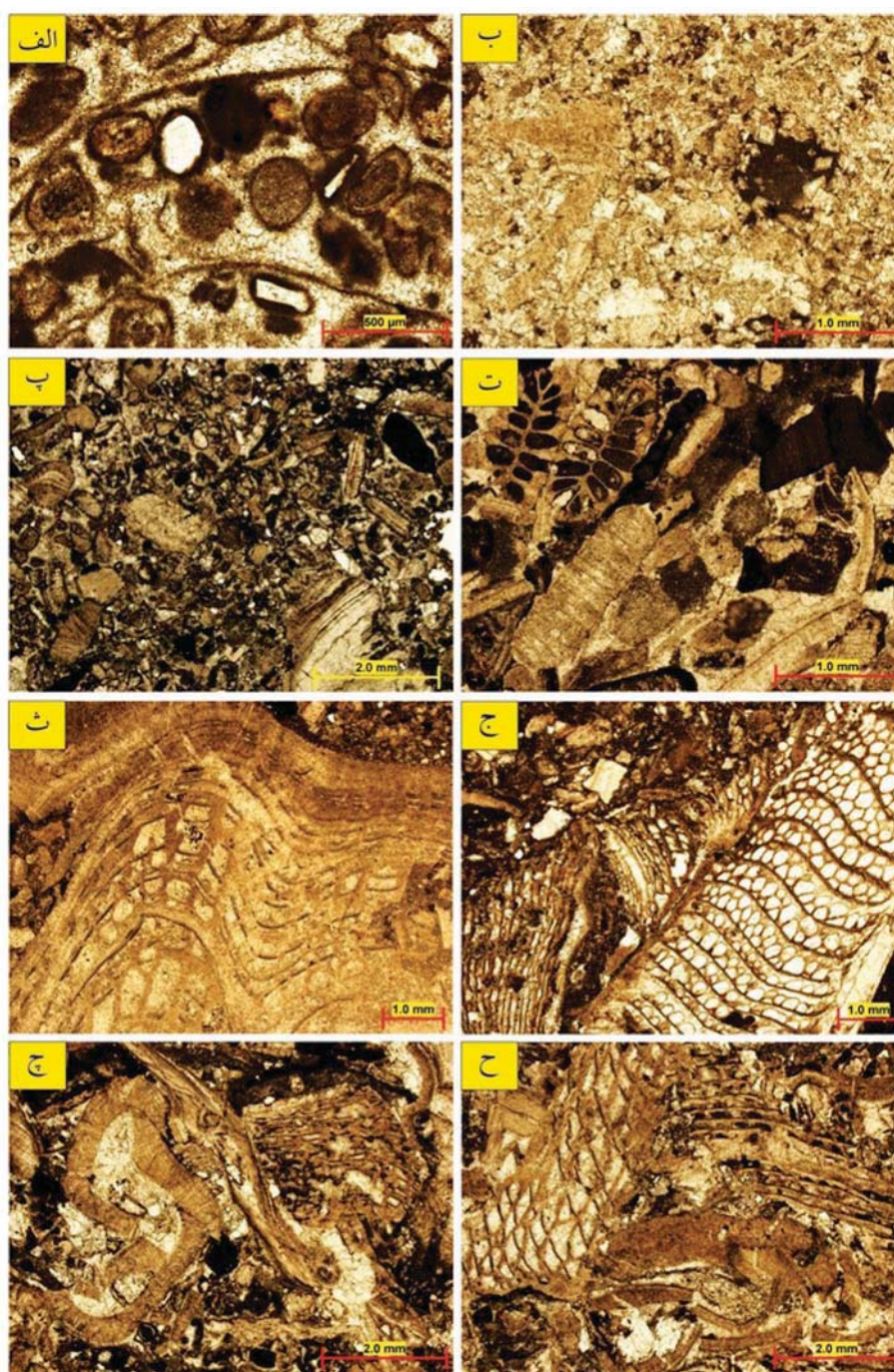
D1- رودیست باندستون/بافلستون

چهارچوب اصلی این رخساره از اسکلت برجای رودیست‌ها تشکیل شده است (شکل ۵- ث و ج). از دیگر اجزای اسکلت ساز موجود بین آن‌ها می‌توان به جلبک قرمز، بریوزوئر و کرینوئید اشاره کرد. قطعات رودیستی در این میکروفاسیس دارای ساختمان میکروسکوپی مشبک هستند. بافلستون‌های رودیستی نشانگر تجمع بیژنیکی درجا هستند (در محل رشد) که در محیط‌های کم‌عمق حاشیه پلانفرم تشکیل شده‌اند. این ساختار ستون مانند در میان خود باعث به دام افتادن گل‌های آهکی شده است. پیکره سنگی پیوسته‌ای که از رشد رودیست‌ها به همراه دیگر موجودات برجا به وجود می‌آید، در محیط ریف با انرژی بالا تشکیل شده است (Flügel, 2010). این رخساره در سنگ‌آهک‌های ضخیم تا بسیار ضخیم لایه‌ی خاکستری و صورتی رنگ بخش میانی سازند کلات مشاهده شده است.

D2- رودیست رودستون (Rudist Rudstone)

در این رخساره قطعات بزرگ رودیست با اندازه‌ای بیشتر

یداله عظام پناه و همکاران



شکل ۵. ریزخساره‌های شناسایی شده در پشته‌های ماسه‌ای و ریف الف: بایوکلاست الیید گرینستون، ب) بایوکلاست گرینستون دولومیتی شده، پ) رودیست بایوکلاست گرینستون، ت) بریوزوئر جلبک قرمز رودیست گرینستون، ث و ج) رودیست بافلستون چ و ح رودیست رودستون

آلوکم‌ها اندازه‌ای بزرگتر از دو میلی‌متر دارند. در بین این اجزا قطعات دوکفه‌ای دارای فراوانی بالایی هستند. دیگر اجزای بایوکلاستی موجود شامل رودیست، بریوزوئر، جلبک قرمز و اکینوئید با فراوانی تقریباً مشابه می‌باشند. از اجزای

E2- بایوکلاست رودستون (Bioclast Rudstone)
اصلی‌ترین و فراوان‌ترین آلوکم در این رخصاره اجزای بایوکلاستی می‌باشد که در زمینه‌ای میکربیتی به‌طور متصل قرار گرفته‌اند (شکل ۶- پ و ت). بیش از ۱۰ درصد

همراه الیگوسترینید و استراکد هم به مقدار کم مشاهده می‌شود. از آلوکم‌های غیر اسکلتی ۱۰ تا ۱۵ درصد دانه‌های کوارتز در حد ماسه دانه‌ریز و یا سیلت دانه‌درشت نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار، که نام رخساره را به پلوئید بایوکلاست پکستون ماسه‌ای - سیلتی تغییر می‌دهد، به همراه پلوئیدها هستند. در برخی از موارد زمینه میکریتی در اثر نئومورفیسم افزایشی به میکرو اسپار تبدیل شده است. وجود آلوکم‌های بنتیک به همراه قطعات پلانکتونی نشان‌دهنده تنه‌نشست آن در محیط جلوی ریف می‌باشد (Flügel, 2010). این رخساره که از فراوانی بالایی برخوردار می‌باشد تنها در داخل سنگ‌آهک‌های بسیار ضخیم لایه کرم روشن تا صورتی بخش پایین سازند کلات شناسایی شده است.

در شکل ۷ ستون چینه‌شناسی به همراه تغییرات رخساره‌ای و محیط رسوبی و در شکل ۸ مدل رسوبی و نحوه توزیع آلوکم‌های نهشته‌های مایستریشتین در برش چینه‌شناسی جریت آمده است.

بحث

نهشته‌های کرتاسه در حوضه کپه‌داغ ستبرای بسیار زیادی دارند. در اواخر ژوراسیک یک فروافتادگی با روند تقریباً شرقی- غربی در این حوضه به وجود آمده و در تمام طول کرتاسه فعال بوده است (افشار حرب، ۱۳۷۳). بررسی تغییرات رخساره‌ای و ضخامت واحدهای سنگی مختلف، نشان‌دهنده نقش اساسی گسل‌های پی‌سنگی با روند تقریباً شرقی- غربی و گاه شمال شرقی- جنوب غربی در کنترل رسوب‌گذاری حوضه است. گسل‌های پی‌سنگی که در زمان رسوب‌گذاری فعال بودند، با ایجاد هوراست و گرابن موجب تغییرات رخساره‌ای و نیوهای رسوبی شده‌اند (افشار حرب، ۱۳۷۳). گسل‌های پی‌سنگی جاجرم، قلی و نابیا از گسل‌های مهم در جنوب این حوضه می‌باشند. عملکرد این گسل‌ها در تغییر ضخامت و نوع رخساره‌های سنگی به‌ویژه رسوبات کرتاسه بالایی نقش به‌سزایی داشته است (افشار حرب، ۱۳۷۳)، به‌طوری‌که نهشته‌های واقع در جنوب این گسل (بلوک‌های جاجرم- قلی- نابیا) تفاوت زیادی با شمال آن (بلوک‌های کورخود، تکل کوه و مراوه‌تپه) دارند. از نظر افشار حرب (۱۳۷۳) گسل پی‌سنگی جاجرم، مرز جنوبی

غیر اسکلتی در حد پنج درصد دانه کوارتز ریزدانه نیز در زمینه وجود دارند. فراوانی خرده‌های بایوکلاستی ریف ساز به همراه ویژگی بافتی نشان‌دهنده تنه‌نشست این رخساره در محیط جلوی ریف می‌باشد (Flügel, 2010). این رخساره در سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه به رنگ کرم روشن بخش پایین سازند کلات و بخش راس سازند چخماقلو شناسایی شده است.

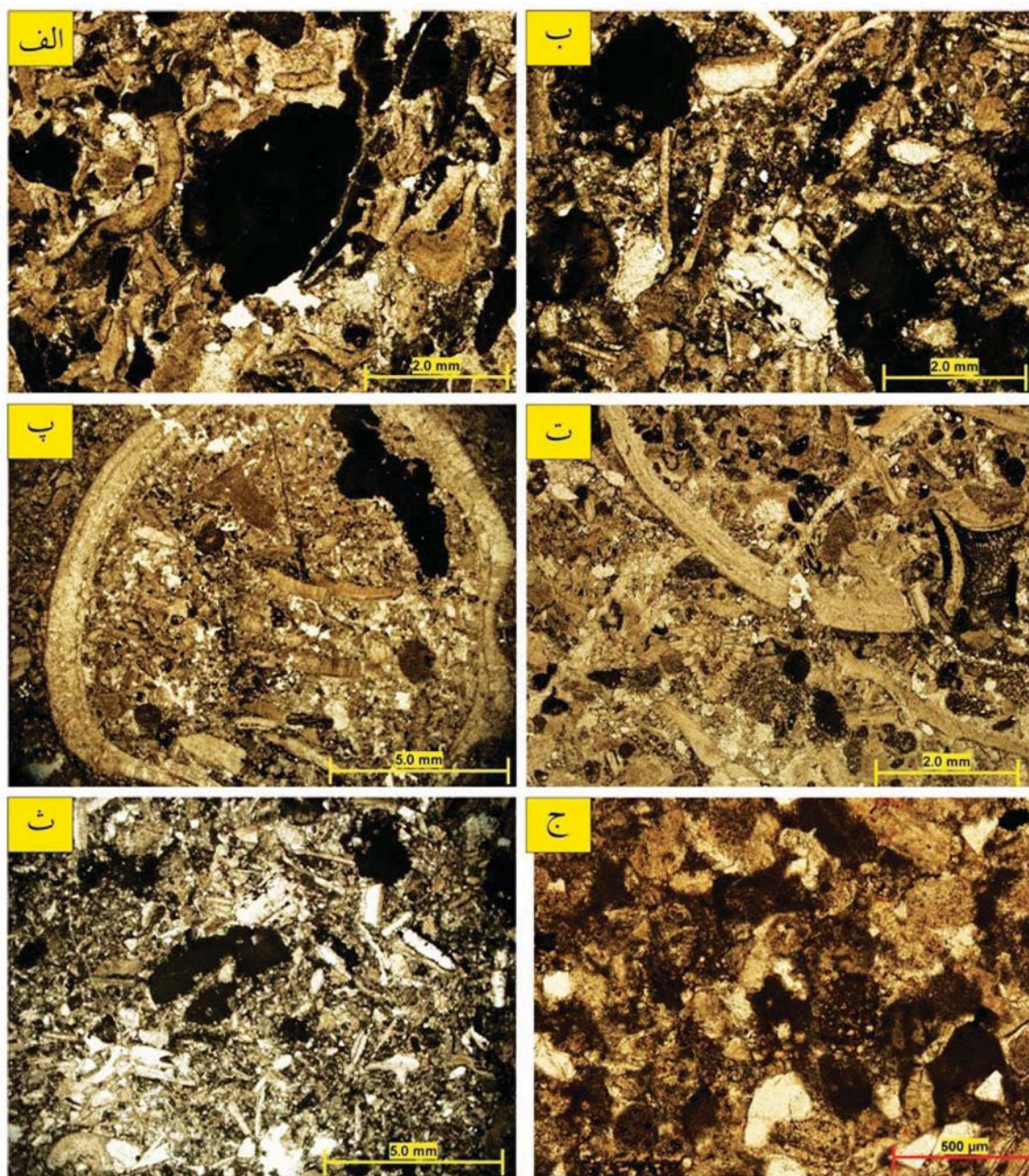
E3- جلبک قرمز رودیست پکستون (Red algal Rudist Packstone)

آلوکم‌های اصلی در این رخساره به ترتیب فراوانی شامل رودیست و جلبک قرمز است. آلوکم‌های اسکلتی دیگر فرامینیفراهای بنتیک با پوسته هیالین، قطعات کرینوئید، براکیوپود به همراه مقداری استراکد و الیگوسترینید می‌باشند که در زمینه گلی به‌طور متصل قرار دارند (شکل ۶-ث). در برخی از مقاطع حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد کوارتز ریز تا متوسط تا دانه، نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده در این رخساره مشاهده می‌شود که نام رخساره را به جلبک قرمز رودی است پکستون ماسه‌ای (Sandy Red algal Rudist Packstone) تغییر می‌دهد. نوع آلوکم‌های موجود به‌ویژه وجود کرینوئید، جلبک قرمز، براکیوپود و خرده‌های فرامینیفراهای پلانکتونی به همراه دیگر ویژگی‌های بافتی این رخساره حاکی از تنه‌نشست آن در محیط جلوی ریف می‌باشد (Flügel, 2010). این رخساره در مقایسه با دیگر رخساره این کمربند کمیاب می‌باشد و در سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه به رنگ کرم روشن تا صورتی در بخش پایینی سازند کلات مشاهده شده است.

E4- پلوئید بایوکلاست پکستون (Peloid Bioclast Packstone)

در این رخساره دانه پشتیبان آلوکم‌ها عمدتاً از میکرو بایوکلاست‌های خرد شده که شامل دوکفه‌ای‌ها، فرامینیفرا بنتیک با پوسته هیالین، اکینودرم‌ها، رودیست، بریوزوئر، جلبک قرمز و براکیوپود می‌باشد، تشکیل شده است (شکل ۶-ج). در برخی از مقاطع آشفستگی زیستی دیده می‌شود. فرامینیفراهای بنتیک مانند تکستولاریا و گاولینلا، قطعات خرد شده فرامینیفراهای پلانکتونی به

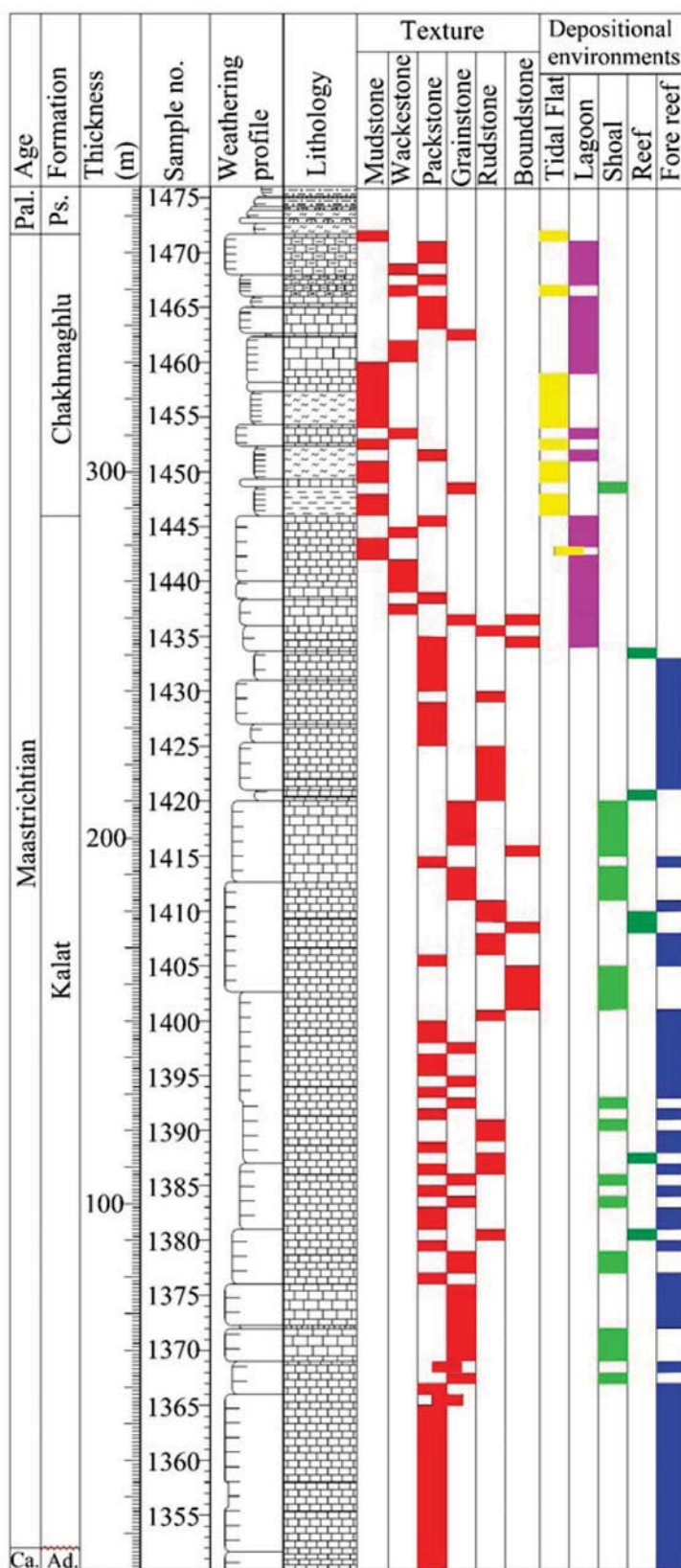
یداله عظام پناه و همکاران



شکل ۶. ریزخساره‌های شناسایی شده در کمر بند جلوی ریف الف و ب) جلبک قرمز رودیست بایوکلاست رودستون، پ و ت) بایوکلاست رودستون، ث) جلبک قرمز رودیست پکستون، ج) پلوتید بایوکلاست پکستون

نواحی جنوبی کپه‌داغ بوده است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در غرب حوضه کپه‌داغ در زمان رسوب‌گذاری سازند کلات، حرکت بلوک‌ها تغییر یافته و حرکت معکوس داشته و این سازند در بلوک‌های جنوبی نسبت به بلوک‌های شمالی گسترش قابل ملاحظه‌ای دارد (افشار حرب، ۱۳۷۳). در زمان مایستریشتین دریای کم‌عمقی ناحیه مزبور را

بلوک نابیا- جاجرم را در زمان کرتاسه و همچنین بلوک قلی- جاجرم را در زمان ترشیری تشکیل می‌داده است. در زمان کرتاسه، رسوب‌گذاری در نواحی شمالی حوضه کپه‌داغ تداوم بیشتری نسبت به نواحی جنوبی که در آن زمان حاشیه حوضه را تشکیل می‌داده، داشته است، به همین دلیل ضخامت رسوبات کرتاسه در نواحی شمالی بیشتر از



شکل ۷. ستون چینه‌شناسی برش جریت به همراه تغییرات رخساره‌ای و محیط رسوبی سازندهای کلات و چخماقلو، (Ca: Campanian, Ad: Abderaz, Pal: Paleocene and Ps: Pesteligh)

یداله عظام پناه و همکاران

درشت تا ریزدانه تبدیل می‌شده‌اند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که انرژی محیط نقش مهمی در تکامل ساختاری و پیکربندی آن‌ها ایفا نموده است (وزیری مقدم و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعه ریزرخساره‌های رودیستی بیانگر این مطلب است که برخی از تاکسون‌های رودیست‌ها توانایی زندگی در محیط‌های بین‌کشنی را داشته (Skelton, 1991)، اما بیشتر گونه‌ها، زندگی در بخش‌های مختلف محیط ساب‌تایدال را ترجیح می‌دادند (Sanders and Pons, 1999). محیط‌های ساب‌تایدال حاوی رودیست‌ها که توسط تجمعات با تنوع بالا از جلبک‌های سبز و روزنبران کفزی مشخص می‌شوند به دو بخش کم‌ژرفا و ژرف‌تر یا دریای باز قابل تقسیم‌بندی هستند (Carannante et al., 2000). در محیط‌های ساب‌تایدال کم‌ژرفا، روزنبران کفزی همراه با رودیست‌ها بیشتر شامل میلیولیدها است (وزیری مقدم و همکاران، ۱۳۹۲)، درحالی‌که در محیط‌های ساب‌تایدال با شوری نرمال می‌توان همراه با رودیست‌ها، تنوع بالایی از روزنبران کفزی، مرجان‌ها، شکم‌پایان و جلبک‌های سبز و همچنین به مقدار کمتر کلسیسفرها و روزنبران پلانکتونی را مشاهده کرد که به‌خوبی بیانگر شرایط دریایی با میزان نور خوب و محتوای اکسیژن و شوری عادی است (Carannante et al., 2000). بر طبق مطالعات آدابی و همکاران (Adabi et al., 2006) بایوسترم‌های رودیستی در شرق حوضه کپه‌داغ در آب‌های گرم و نسبتاً شور تشکیل شده‌اند. بخش قابل توجهی از سازند کلات در برش چینه‌شناسی جربت از ماسه‌های بایوکلاستی حاوی رودیست تشکیل شده است. خرده‌های رودیستی تحت تاثیر عملکرد امواج همراه با دیگر سازندگان ریفی از جمله بریوزوئر، جلبک قرمز و کرینوئید به‌صورت ماسه‌های بایوکلاستی در بخش کم‌عمق حوضه و به‌ویژه در حاشیه شلف تجمع حاصل نموده‌اند. در کمربند رخساره‌ای جلوی ریفی قطعات درشت حاصل از تخریب ریف‌ها به همراه دیگر موجودات مربوط به نواحی با شوری نرمال دریایی به‌ویژه جلبک‌های قرمز، بریوزوئر، کرینوئید و براکیوپود و همچنین مقادیر بسیار ناچیزی فرامینیفر بنتیک

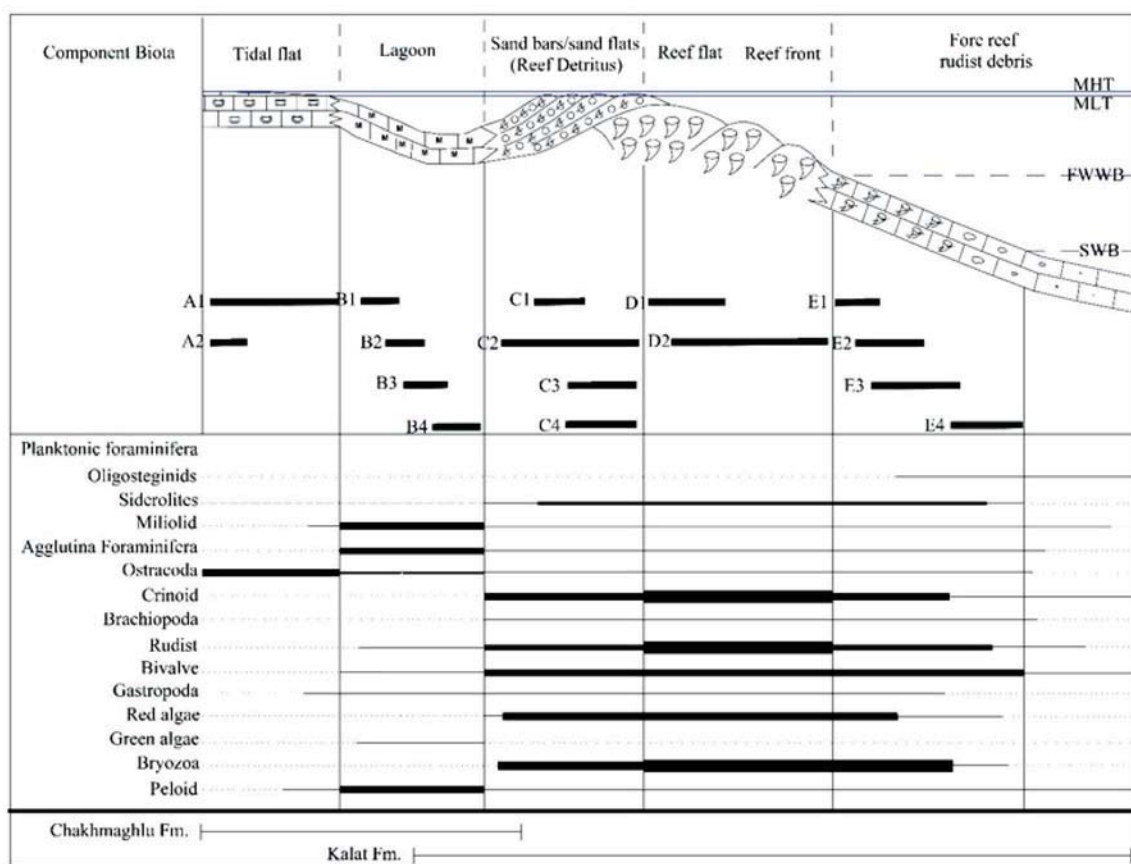
در برمی‌گیرد و سازند کلات رسوب‌گذاری می‌کند. سازند کلات در این ناحیه از سنگ‌آهک‌های زیست‌آوری ماسه‌ای تشکیل شده است. در این سازند، خرده‌ها و گاه صدف‌های برجای رودیستی به‌وفور مشاهده می‌شود. رودیست‌ها از دوکفه‌ای‌های چسبیده به بستر بوده و جز راسته Hippuritoida هستند. این موجودات ریف‌ساز از انتهای ژوراسیک ظاهر شده و یکی از سازندگان اصلی ریف‌ها در دوره کرتاسه محسوب می‌شوند (Ross and Skelton, 1993). در ابتدای مایستریشتین این موجودات به حداکثر شکوفایی و گسترش خود رسیده و در انتهای کرتاسه منقرض شدند. با توجه به این‌که رودیست‌ها از ذرات معلق موجود در آب به‌ویژه فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کردند، بنابراین مشخصه محیط‌های یوتروفیک هستند (Riding, 1995; Gili et al., 2002). یکی از معیارهای کنترل‌کننده ساختارهای ریفی، وجود یک شلف لبه‌دار است، جایی که ساختارهای ریفی در یک کمربند باریک در حاشیه حوضه گسترش دارند (Sadooni, 2005). بیشترین گسترش و فراوانی مربوط به هر دو گروه رودیست‌ها یعنی Radiolitidae و Caprinidae در شلف بیرونی و میانی است (وزیری مقدم و همکاران، ۱۳۹۲). اسکلت این موجودات در حاشیه‌های شلف، توده‌های عظیمی از ماسه‌های بایوکلاستی رودیستی را ایجاد می‌کند. بر اساس مطالعات انجام شده توسط Ruberti and Toscano (2002) دو اجتماع مهم رودیستی معرفی شده است. در حالت اول تجمع صدف به‌صورت اولیه است. در این حالت تجمع صدف‌ها به‌صورت درجا و در محل زندگی و رشد موجود باقیمانده است. در حالت دوم تجمع صدف‌های رودیستی به‌صورت هیدرولیک است. این نوع تجمع، تحت تاثیر فرآیندهای هیدرولیکی و به‌صورت خرده‌های رودی است حمل شده، در بالای قاعده سطح اثر امواج در مواقع طوفانی مشخص می‌شوند.

حمل مجدد بایوسترم‌ها توسط امواج طوفانی به همراه فرسایش زیستی موجب تشکیل این‌گونه سنگ‌آهک‌های رودیستی بایوکلاستی شده است. رودیست‌ها نیز در رسوباتی که از تخریب پیکره خود آنها ایجاد شده نیز رشد می‌کردند و به‌طور جانبی به لایه‌های دارای کلاست‌های رودیستی

1. Primary shell concentrations
2. Hydraulic Shell Concentrations

در برش چینه‌شناسی چریت ریز رخساره‌های مربوط به کمربند رخساره‌ای ریفی که به صورت برج در حاشیه شلف تشکیل شده‌اند دارای گسترش کمتری هستند. این ریز رخساره به صورت باندستون/بافلستون رودیستی مشاهده می‌شود. در این کمربند رخساره‌ای خرد شدن رودیست‌ها و دیگر عناصر سازنده ریف در یک محیط پرانرژی موجب تشکیل زیر رخساره رودیست رادستون (با سیمان اسپاریتی) شده است.

با پوسته هیالین، الیگوستژینید و فرامینیفرهای پلانکتونی دیده می‌شود. رخساره غالب این کمربند رخساره‌ای رادستون حاوی خرده‌های رودیستی می‌باشد. این رخساره‌ها به سمت نواحی عمیق‌تر دانه ریزتر شده و به رخساره‌های پکستونی دارای رودیست و در نواحی عمیق‌تر پکستون‌های دارای بایوکلاست‌های بسیار ریز (میکروبایوکلاست) تبدیل می‌شود. در این مناطق میزان الیگوستژینید و فرامینیفرهای پلانکتونی افزایش می‌یابد (شکل ۸).



شکل ۸. بازسازی محیط رسوبی و نحوه توزیع عناصر اسکلتی و غیر اسکلتی نهشته‌های مایستریشتین در برش چینه‌شناسی چریت

جلبک قرمز، خارپوست و فرامینیفرهای بنتیک می‌باشند که اکثراً گرد شده تا بسیار گرد شده هستند. گاه بایوکلاست‌ها در محیط‌های پشت سد دارای قشر نازک میکریتی (کورتوئید) هستند.

کمربند رخساره‌ای تالاب در این برش با فراوانی فرامینیفرهای با پوسته پورسولانوز به‌ویژه میلیولیدها مشخص می‌شود. در این کمربند رخساره‌ای میزان خرده‌های

بخش زیادی از توده‌های عظیم بایوکلاستی حاصل از تخریب ریف‌ها به صورت ماسه‌های بایوکلاستی در نواحی سدی حاشیه شلف تجمع حاصل می‌نمایند. ریز رخساره‌های مربوط به نواحی سدی از قطعات گرد شده با جورشدگی خوب تا بسیار خوب تشکیل شده‌اند. این بایوکلاست‌ها در یک زمینه اسپاریتی به صورت رخساره گرینستونی مشاهده می‌شوند. افزون بر رودیست‌ها، اجزای اسکلتی دیگر شامل

منابع

- افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه داغ، سازمان زمین‌شناسی کشور، طرح تدوین زمین‌شناسی ایران، ۲۷۵.
- وزیري مقدم، ح.، صفري، ا.، شهرياري گراي، س.، خزاعي، ا. ر.، و طاهري، ع.، ۱۳۹۲. زیست‌چینه‌نگاری و بوم‌شناسی دیرینه‌نهشته‌های مایستریشتین (سازندهای تاربور و گورپی) در ناحیه گرد بیشه (جنوب بروجن). مجله علوم زمین، ۸۷، ۱۴۳-۱۶۲.
- جمالی، ا. م.، ۱۳۹۰. بایوستراتیکرافی و لیتوستراتیکرافی نهشته‌های کرتاسه زیرین در شرق کپه‌داغ. دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامه دکتری، ۴۴۸.
- موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا. و کریمیان طرهبه، ا.، ۱۳۸۸. تاریخچه رسوب‌گذاری و چینه‌نگاری سکانشی سازند کلات در غرب کپه داغ و مقایسه آن با بخش مرکزی حوضه فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۹، ۶۷-۸۷.
- Adabi, M.H., Moussavi-Harami, R., Mahboubi, A. and Shemirani, A., 2006. Petrography, elemental and isotopic variation of rudist biostrome of Maastrichtian platform in East Kopet Dagh Basin, NE Iran. *Journal of Geological Society of Iran*, 1, 1-10.
- Adabi, M.H. and Asadi Mehmandosti E., 2008. Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-E Rashid area, Izeh, S.W.Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 33, 267-277.
- Adabi, M.H., Salehi, M.A. and Ghabeishavi, A., 2010. Depositional environment, sequence stratigraphy and geochemistry of Lower Cretaceous carbonates (Fahliyan Formation), south-west Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 39, 148-160.
- Adabi, M.H., Kakemem, M., Sadeghi, A., 2015. Sedimentary facies, depositional environment, and sequence stratigraphy of Oligocene-Miocene shallow water carbonate from the Rig Mountain, Zagros basin (SW Iran). *Carbonates*

رودیست کمتر می‌شود و فرامینیفرهای با پوسته آگوتینه (به‌ویژه آگوتینای دانه‌درشت)، گاستروپود، استراکد، پلوئید و مقدار ناچیزی جلبک سبز نیز در این کمربند مشاهده می‌شود. به سمت نواحی کم‌عمق‌تر یعنی محیط‌های پهنه جزر و مدی از میزان بایوکلاست‌ها به‌شدت کاسته شده و اغلب بایوکلاست‌ها خرد شده و حمل شده می‌باشند. از فراوان‌ترین عناصر اسکلتی در این کمربند رخساره‌ای، استراکدها هستند. این رخساره‌ها به‌صورت بین لایه‌ای با شیل‌های رسی و کلی ستون‌ها مشاهده می‌شوند.

نتیجه‌گیری

سازند کربناته کلات در برش چینه‌شناسی جربت مانند دیگر بخش‌های جنوبی کپه داغ غربی و برخلاف بخش شمالی این ناحیه، از ضخامت زیادی برخوردار است و عمدتاً از سنگ‌آهک‌های زیست‌آواری و ریفی رودیستی تشکیل شده است. در این برش چینه‌شناسی بر روی سازند کلات یک واحد غیررسی سنگ چینه‌ای به نام سازند چخماقلو با سن مایستریشتین پسین که دارای لیتولوژی کربناته و آواری است و هم‌ارز سازند غیررسی نفته در شرق کپه داغ می‌باشد، قرار دارد. مطالعات پتروگرافی توالی این دو سازند منجر به شناسایی ۱۶ ریز رخساره شامل دو ریز رخساره مربوط به کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی، چهار ریز رخساره مربوط به کمربند لاگون، چهار ریز رخساره مربوط به پشته‌های ماسه‌ای، دو ریز رخساره مربوط به کمربند ریفی و چهار ریز رخساره مربوط به کمربند جلوی ریف شده است. این رسوبات در یک پلانفرم کربناته که به‌شدت تحت تاثیر عوامل زمین‌ساختی بوده، نهشته شده‌اند. مقایسه سازند کلات در برش جربت با نهشته‌های مشابه در بلوک‌های هم‌جوار بیانگر آن است که ایجاد توپوگرافی متفاوت در اثر عملکرد گسل‌های پی‌سنگی، عامل اصلی تغییر ضخامت و همچنین تغییرات شدید رخساره‌ای به‌ویژه در راستای جنوب-شمال می‌باشد.

قدردانی

از مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و مدیریت پژوهش و فناوری به جهت حمایت و فراهم نمودن بسترهای لازم جهت همکاری در انجام این کار تحقیقاتی تشکر می‌شود.

- Evaporites 31, 1, 22.
- Berberian, M. and King G.C.P., 1981. Towards a paleogeographic and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal Earth Science*, 18, 210-265.
 - Bozorgnia, H. and Narani, H., 1965. Geology of east Kopet-Dagh (National Iranian Oil Company), unpublished report-Gr 278.
 - Burchette, T., P., 1993. Mishrif Formation (Cenomanian-Turonian), Southern Arabian Gulf: Carbonate Platform Growth along a Cratonic Basin Margin. *American Association of Petroleum Geologists*, 56, 156-200.
 - Carannante, G., Ruberti, D. and Sirna, M., 2000. Upper Cretaceous ramp limestones from the Sorrento Peninsula (Southern Apennines, Italy): micro- and macrofossil associations and their significance in the depositional sequences. *Sedimentary Geology*, 132, 89-123.
 - Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Memoir American Association of Petroleum Geologists* 1, 108-121.
 - Embry, A.F. and Klován, J.E., 1971. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 19, 730-781.
 - Flügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, Berlin, 976 .
 - Gili, E., Masse, J. P. and Skelton, P. W., 1995. Rudists as gregarious sediment dwellers, not reef-builders, on Cretaceous carbonate platforms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 118, 245-267.
 - Folk, R.L., 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin, Texas, Hemphill Publishing Company, 182.
 - Ghabeishavi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., and Taati, F., 2010. Microfacies and depositional environment of the Cenomanian of the Bangestan anticline, SW Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 37, 275-285.
 - Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequence in carbonate platform and slope: empirical models based on microfacies analysis of Palaeogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155, 211-238.
 - Hadavi, F. and Notghi Moghaddam, M., 2014. Nannostratigraphy, nannofossil events, and paleoclimate fluctuations in the lower boundary of Kalat formation in East Kopet Dagh (NE Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 1501-1515.
 - Hollingsworth, J., Jackson, J., Walker, R., Gheitanchi, M. and Bolourchi, M., 2006. Strike slip faulting, rotation, and along-strike elongation in the Kopet-Dagh mountains, NE Iran. *Geophysical Journal International*, 166, 1161-1177.
 - Mahboubi, A., Moussavi Harami, R., Mansouri-Daneshvar, P., Nadjafi, M. and Brenner, R. L., 2006. Upper Maastrichtian depositional environments and sea-level history of the Kopet-Dagh Intracontinental Basin, Kalat Formation, NE Iran. *Facies*, 52, 237-248.
 - Moheghy, M.A., Hadavi, F. and Rahimi, B., 2013. Investigation of the boundary between Abderaz and Kalat formations based on calcareous nannofossils in West Kopet-Dagh (NE IRAN). *Open Journal of Geology*, 3, 178-186.
 - Notghi Moghaddam, M., Hadavi, F., Moheghy, M.A., 2013. Nannostratigraphy and paleoenvironmental study of the lower boundary of the Kalat Formation in East and West of Kopet-Dagh, Northeast Iran. *Geopersia* 3, 99-116.
 - Reading, H. G., 1996. *Sedimentary Environment and Facies*. Blackwell Science Publication, 615 .

- Riding, R., 2002. Structure and composition of organic reefs and carbonate mud mounds: concepts and categories. *Earth-Science Reviews*, 58, 163-231.
- Ross, D. J. and Skelton, P.W., 1993. Rudist formation of the Cretaceous: a Paleocological, Sedimentological and Stratigraphical review In: Wright V.P., *Sedimentology Review*: Blackwell Sc. Pub. Oxford, 1, 73-91.
- Ruttner, A.W., 1993. Southern borderland of Triassic Laurasia in north-east Iran. *Geologische Rundschau*, 82, 110-120.
- Ruberti, D. and Toscano, F. 2002. Microstratigraphy and Taphonomy of Rudist Shell Concentrations in Upper Cretaceous Limestones, Cilento Area (Southern Italy). *Geobios*, 24, 228-240.
- Sadooni, F.N., 2005. The nature and origin of Upper Cretaceous basin-margin rudist buildups of the Mesopotamian Basin, southern Iraq, with consideration of possible hydrocarbon stratigraphic entrapment. *Cretaceous Research*, 26, 213-224.
- Sanders, D. and Pons, J. M., 1999. Rudist formations in mixed siliciclastic-carbonate depositional environments, Upper Cretaceous, Austria: stratigraphy, sedimentology and models of development. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 148, 249-284.
- Skelton, P. W., 1991. Morphogenetic versus environmental cues for adaptive radiations. In: N., Schmidt-Kittler and K., Vogel (Editors), *Constructional Morphology and Evolution*. Springer, Berlin, 375-388.
- Soheili, M. and Sahandi, M.R., 1999. Geological map of Sankhvast (1/100000). Geological Survey of Iran.
- Tomašových, A., 2004. Microfacies and depositional environment of an Upper Triassic intra-platform carbonate basin: the Fatric Unit of the West Carpathians (Slovakia). *Facies*, 50, 77-105.
- Tucker, M.E. and Wright, V. P., 1990. *Carbonate Sedimentology*: Cambridge, Blackwell Science, 482.
- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, 3rd edition, Oxford: Blackwell Science, 262.
- Wilmsen, M., Fürsich, F., Seyed-Emami, K., Majidifard, M. and Zamani-Pedram, M., 2010. Facies analysis of a large-scale Jurassic shelf-lagoon: the Kamar-e-Mehdi Formation of east-central Iran. *Facies*, 56, 59-87.
- Wilson, J. L., 1975. *Carbonate Facies in Geologic History*. Springer-Verlag, Berlin, 471.
- Zamagni, J., Mutti, M., and Košir, A., 2008. Evolution of shallow benthic communities during the Late Paleocene-earliest Eocene transition in the Northern Tethys (SW Slovenia). *Facies*, 54, 25-43.